CAPÍTULO 6

MANUAL DEL USUARIO

6.1 Introducción

El Paquete interactivo es una herramienta práctica para el desarrollo de métodos que requieren de un gran número de iteraciones. El objetivo de este programa es poder desarrollar una herramienta que permita obtener resultados de manera rápida, precisa y segura. Sin embargo, el buen funcionamiento de esta herramienta de trabajo está en gran sentido relacionada con introducir de manera correcta los datos iniciales con los que trabajará el método, así como el buen uso de los comandos que existen en el paquete.

Es por esta razón que es necesario desarrollar un capítulo que explique la secuencia y el manejo del paquete interactivo, para que los datos calculados sean los datos esperados por el usuario.

Este capítulo tiene como propósito explicar de manera clara la forma en que se deben introducir los datos, así como el correcto uso de los menús y submenús que incluye el programa, es por eso que este capítulo se dividirá en los siguientes temas:

-Instalación del Paquete Interactivo

-Acceso al Paquete Interactivo

-Pantalla de Presentación

-Ventana Principal y Selección del Menú Opciones, Métodos y Ayuda

CÁLCULO DE LA INFILTRACIÓN

-Pantalla Inicial para el Cálculo de la infiltración

-Pantalla de Resultados Preeliminares del Método del SCS

-Pantalla de Resultados del Cálculo del Método del SCS

HIDROGRAMA UNITARIO INSTANTÁNEO

-Pantalla Inicial para el cálculo del método Hidrograma Unitario Instantáneo (HUI)

-Pantalla de Optimización de ordenadas del HUI por Rosenbrock

-Pantalla de Resultados de la Optimización de Ordenadas del HUI y Cálculo del Hidrograma de Escurrimiento Directo

- Pantalla de Resultados del Cálculo del Hidrograma de Escurrimiento Directo ante una Precipitación Supuesta

TRÁNSITO DE AVENIDAS POR VASOS

-Pantalla Inicial para el Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Vasos

-Pantalla de Resultados del Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Vasos

TRÁNSITO DE AVENIDAS POR CAUCES

-Pantalla Inicial de para el Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces

-Pantalla de Resultados Preeliminares del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces

-Pantalla para Transitar una avenida con los Resultados del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces

-Pantalla para Resultados Obtenidos de Transitar de una Avenida

-Pantalla Inicial de para el Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces (Muskingum Modificado)

-Pantalla para Transitar una avenida con los Resultados del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces (Muskingum Modificado)

CÁLCULO DEL TIEMPO DE ENCHARCAMIENTO

-Pantalla Inicial para el Cálculo del tiempo de encharcamiento

-Pantalla de Resultados del Cálculo del tiempo de encharcamiento

AYUDA

-Pantalla de Ayuda

6.2. Instalación del Paquete Interactivo

Para hacer la instalación del paquete interactivo en su computadora únicamente es necesario dar doble click al icono Setup de la carpeta PAQUETE INTERACTIVO, del disco del programa, fig. 6.1.

Los requisitos del sistema para la instalación adecuada del programa son: tener Windows 95 o Superior, Monitor VGA o Superior, al menos 2MB de memoria RAM y 1000 Kbytes en espacio de disco duro.

Figura 6.1 *Carpeta del Paquete Interactivo*

6.3 Acceso al Paquete Interactivo

Para acceder al programa es necesario dar doble click en el icono de la Universidad de las Américas ubicado en la carpeta PAQUETE INTERACTIVO, fig. 6.2.

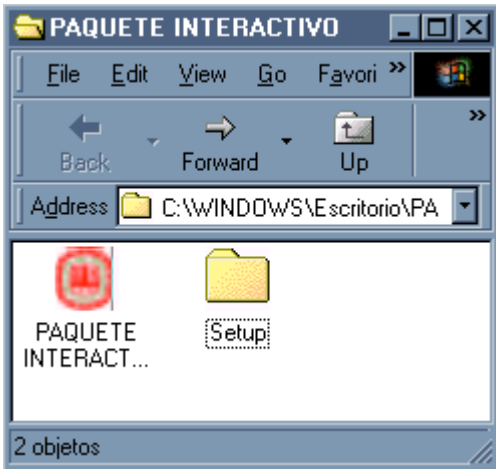


Figura 6.2 *Icono de Acceso al Paquete Interactivo*

6.4 Pantalla de Presentación

El programa inicia con una pantalla de presentación, fig. 6.3, en donde muestra la Universidad que realizó el programa, la Escuela y el Departamento al que corresponde, así como el nombre del Paquete Interactivo, su Autor y su Asesor que lo realizaron.

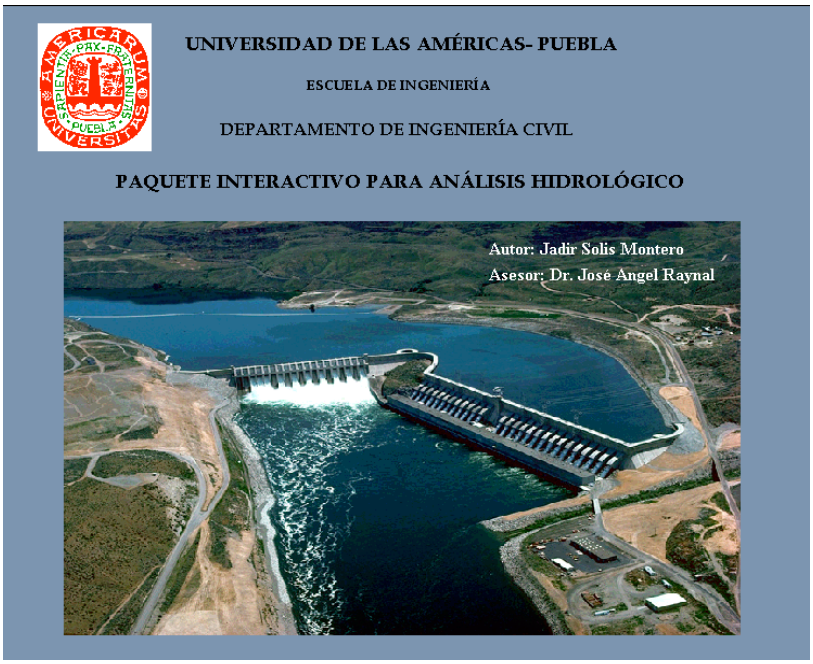


Figura 6.3 *Pantalla de Presentación*

6.5 Ventana Principal y Selección del Menú Opciones, Métodos y Ayuda

A continuación de la Pantalla de presentación aparece una Ventana Principal con los siguientes menús Principales: Opciones, Métodos y Ayuda. En ellos podrá encontrar las funciones básicas del programa, fig. 6.4.

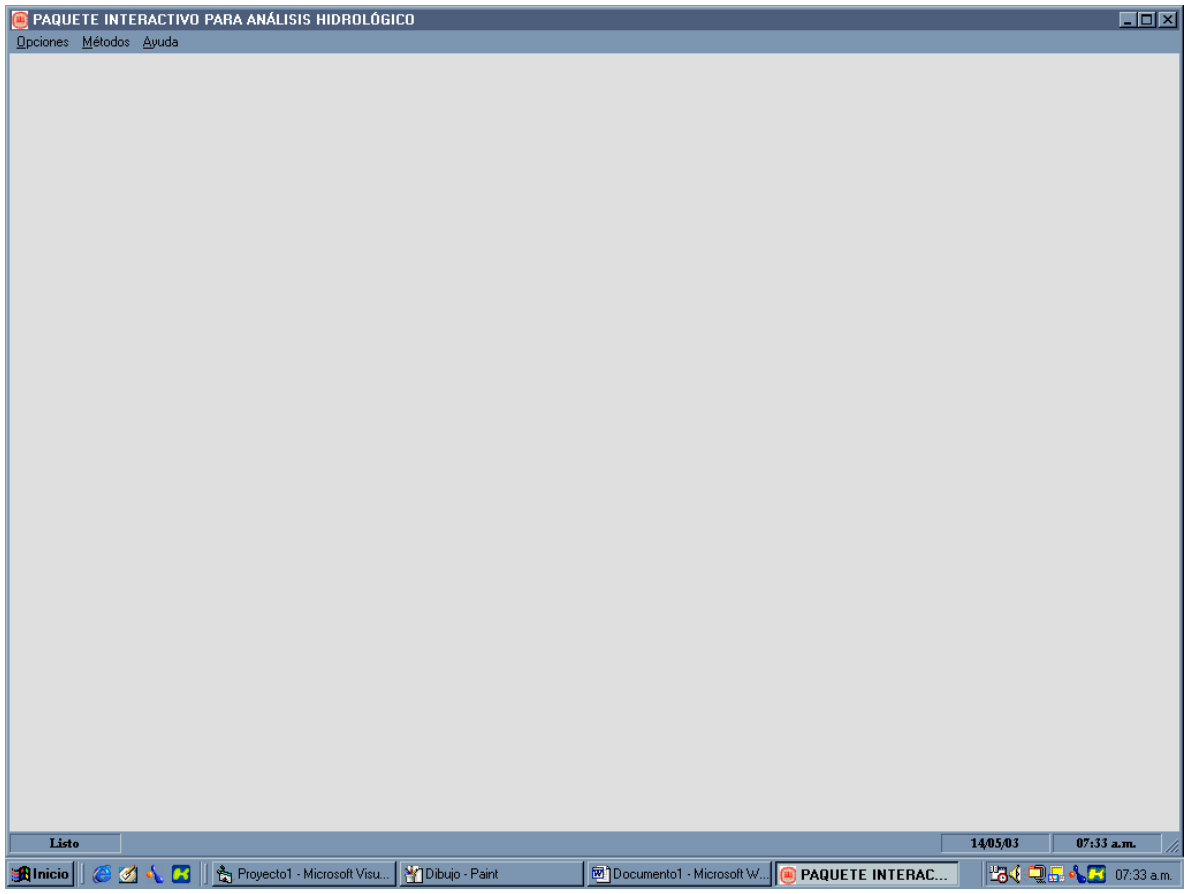


Figura 6.4 *Ventana Principal*

El Menú *Opciones* de la Ventana Principal (fig. 6.5) contiene el submenú Acerca de, donde se menciona al autor y asesor del paquete interactivo, así como el periodo en que se realizó el programa. El submenú Salir permite salir completamente de la aplicación.

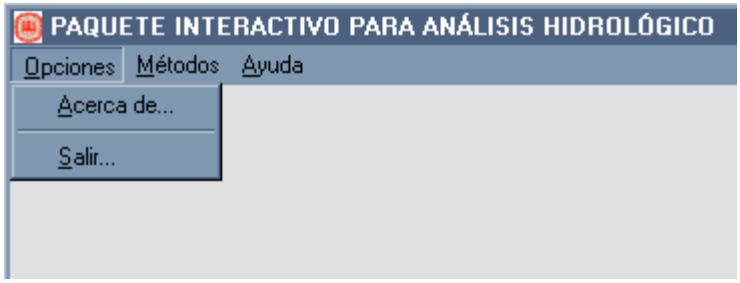


Figura 6.5 *Menú Opciones*

El menú *Métodos* (fig. 6.6) contiene las funciones principales del programa, que es calcular la infiltración, el tiempo de encharcamiento, el hidrograma unitario instantáneo, el tránsito de avenida por vasos y el tránsito de avenida por cauces, *Figura 5.6.*

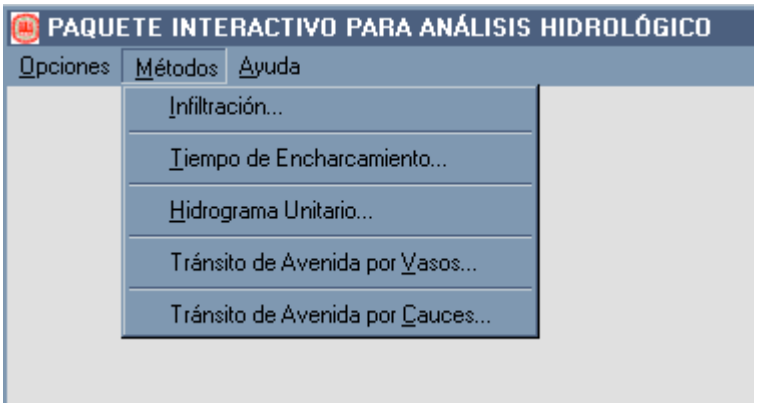


Figura 6.6 *Menú Métodos*

El menú *Ayuda*, mostrado en la fig. 6.7, contiene un submenú Contenido el cual explica brevemente el significado del cálculo, así como una definición clara de lo que en realidad busca el método.

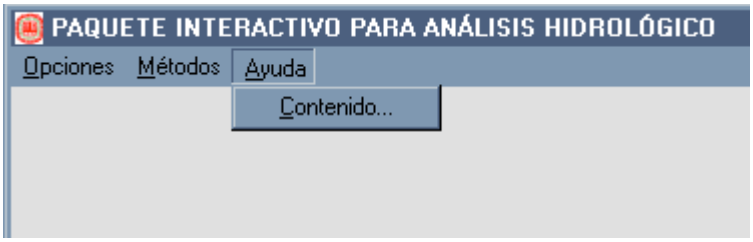


Figura 6.7 *Menú Ayuda*

Cálculo de la Infiltración

6.6 Pantalla Inicial para el Cálculo de la Infiltración

Para ingresar al método de la infiltración es necesario ingresar al menú *Métodos* y seleccionar el submenú con el nombre indicado. A continuación, se muestra una pantalla en la cual es necesario colocar los datos de precipitación, expresados en cms (fig. 6.8). También es necesario colocar el Coeficiente de Uso del Suelo (CN), obtenida de la *Tabla 2.1*.

6.7 Pantalla de Resultados Preeliminares del método de la Infiltración

Una vez que se hayan ingresado los datos mencionados, se pulsa el botón Calcular para que el paquete realice los procedimientos de cálculo, y así se obtengan los resultados preliminares en tablas y gráficas correspondientes al Hietograma no Arreglado e Hietograma Arreglado (ver fig. 6.9).

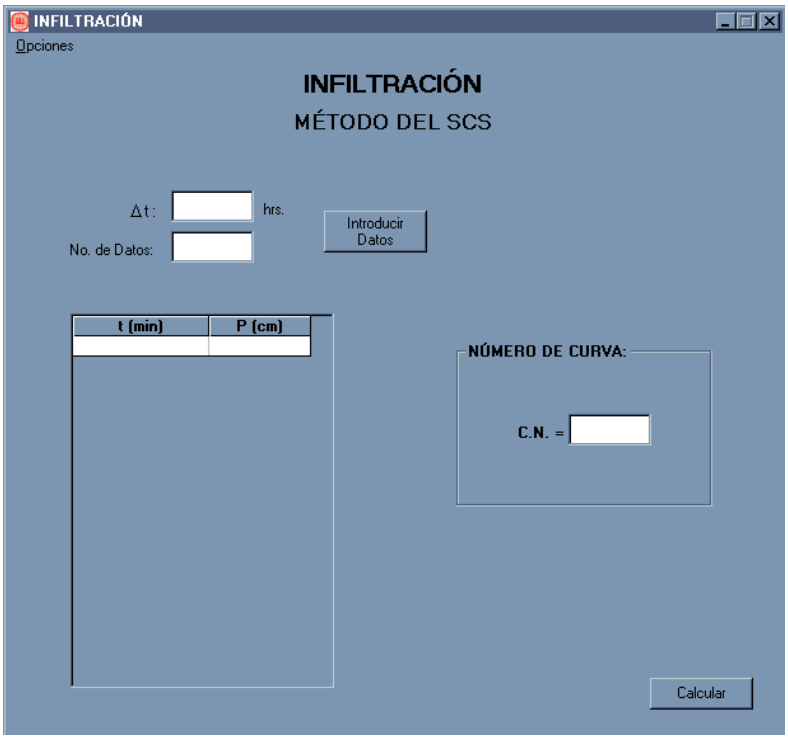


Figura 6.8 *Pantalla Inicial del método de infiltración*

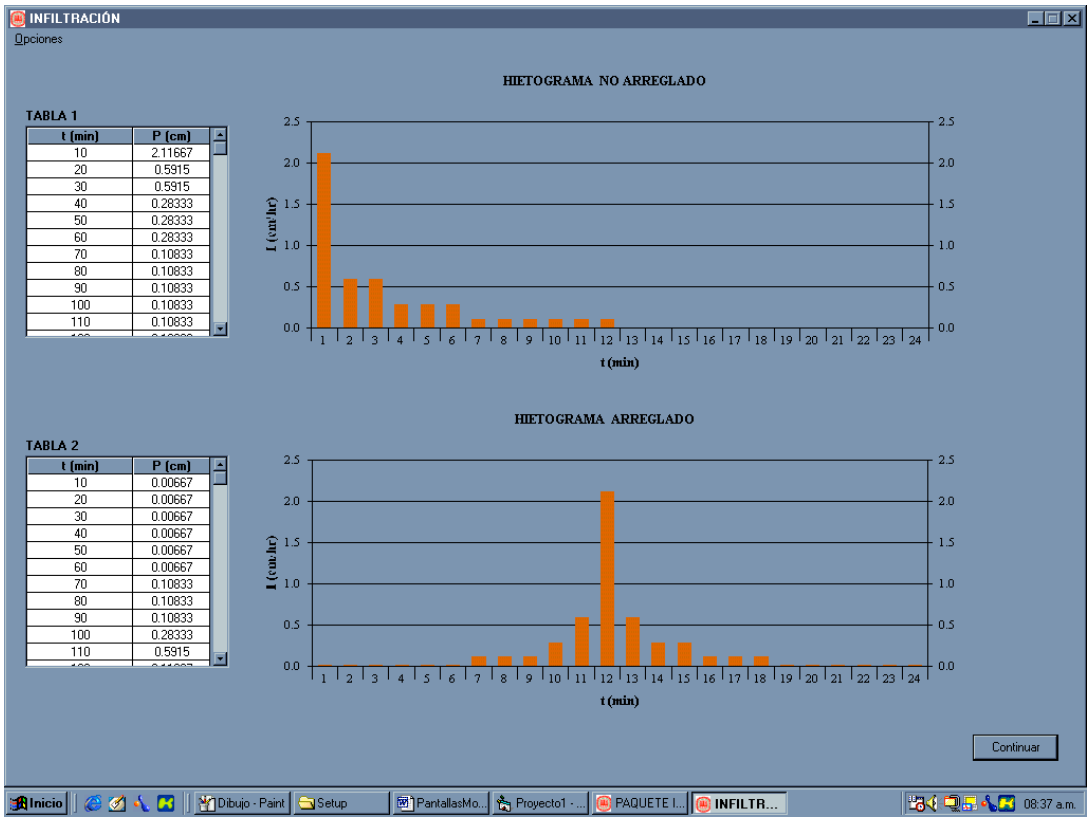


Figura 6.9 *Pantalla de Resultados Preliminares del método de infiltración*

6.8 Pantalla de Resultados del Cálculo del método de la infiltración

Para continuar con el procedimiento de cálculo es necesario pulsar el botón *Continuar*, que permite observar la precipitación efectiva resultado del método. Lo anterior se esquematiza en la pantalla de la fig 6.10, que muestra en una tabla el procedimiento del cálculo, así como su respectivo hietograma de precipitación efectiva de la tormenta.

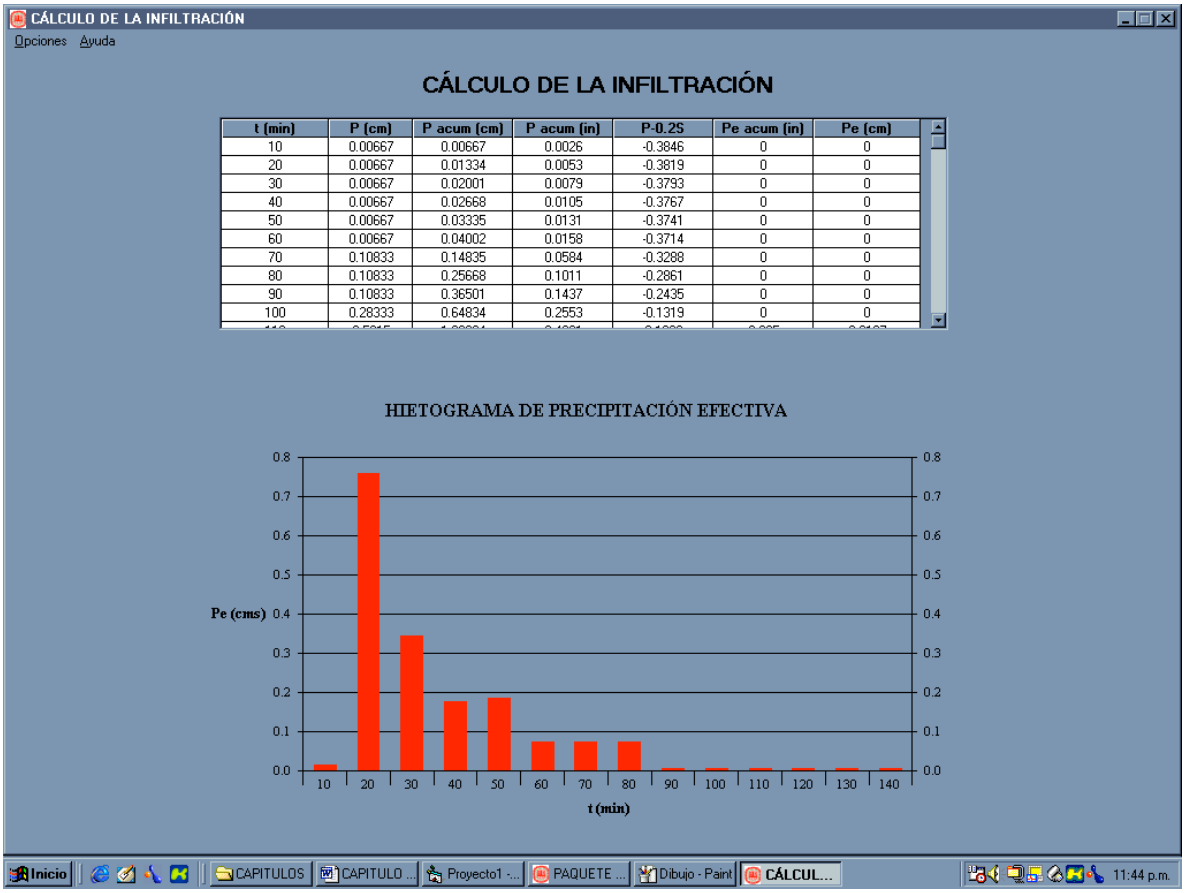


Figura 6.10 *Pantalla de Resultados del método de la infiltración*

El programa incluye un menú *Opciones* en el cual se encuentran las posibilidades de Regresar a la Ventana Principal, Guardar la tabla de resultados en un Archivo Excel, o en su defecto imprimirla directamente desde el programa y cerrar completamente el programa con el submenú Salir(ver fig 6.11).

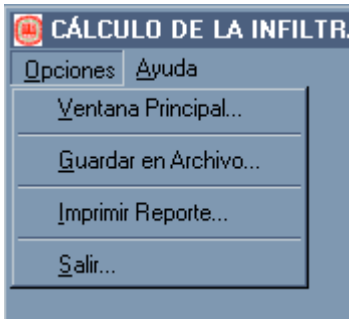


Figura 6.11 *Menú Opciones del método de la infiltración*

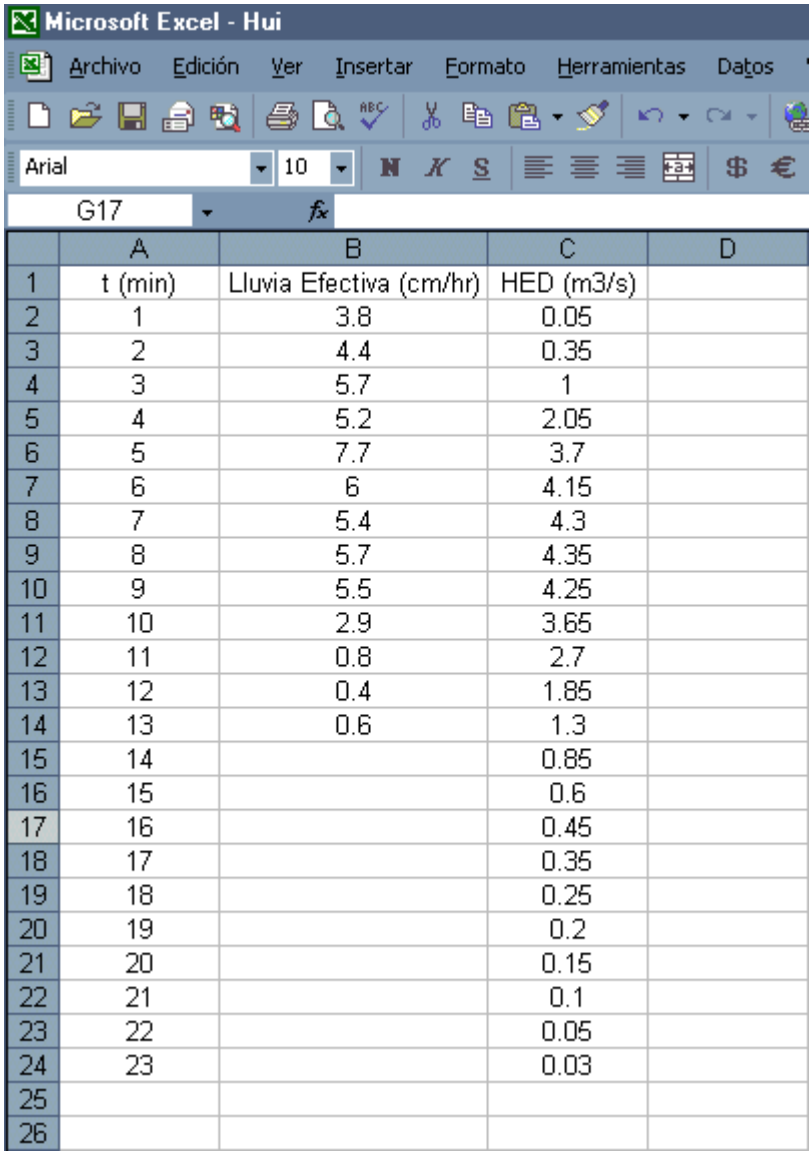
HIDROGRAMA UNITARIO INSTANTÁNEO

6.9 Pantalla Inicial para el Cálculo del Método Hidrograma Unitario Instantáneo (HUI)

Para ingresar a este método del programa es necesario pulsar el submenú Hidrograma Unitario instantáneo del Menú Métodos. En esta parte del programa muestra una pantalla en donde se necesita ingresar los datos de tiempo, Lluvia Efectiva e Hidrograma de Escurrimiento Directo, expresados en unidades compatibles (fig 6.13).Esta serie de datos se pueden ingresar de manera inmediata colocando el intervalo de tiempo (Δt), el número de ordenadas del Hidrograma de Escurrimiento Directo observado y pulsando el botón *Introducir Datos*. Otra manera de ingresar estos datos es creando un archivo en Excel con nombre **HUI.xls**, colocando en la primera Hoja de Cálculo y en la

Columna A los datos de tiempo, el valor de las barras del Hietograma en cm/hr en la Columna B y por último el valor de las ordenadas del Hidrograma de Escurrimiento Directo observado en la Columna C en m3/s. (fig 6.12)

HOJA 1



	A	B	C	D
1	t (min)	Lluvia Efectiva (cm/hr)	HED (m3/s)	
2	1	3.8	0.05	
3	2	4.4	0.35	
4	3	5.7	1	
5	4	5.2	2.05	
6	5	7.7	3.7	
7	6	6	4.15	
8	7	5.4	4.3	
9	8	5.7	4.35	
10	9	5.5	4.25	
11	10	2.9	3.65	
12	11	0.8	2.7	
13	12	0.4	1.85	
14	13	0.6	1.3	
15	14		0.85	
16	15		0.6	
17	16		0.45	
18	17		0.35	
19	18		0.25	
20	19		0.2	
21	20		0.15	
22	21		0.1	
23	22		0.05	
24	23		0.03	
25				
26				

Figura 6.12 *Archivo de Excel HUI.xls*

Una vez que se hayan colocado los datos, *Introducir Datos* o *Abrir desde Archivo*, se pulsa en botón Calcular para realizar la primera etapa del cálculo que es optimizar las ordenadas del HUI (fig 6.14).

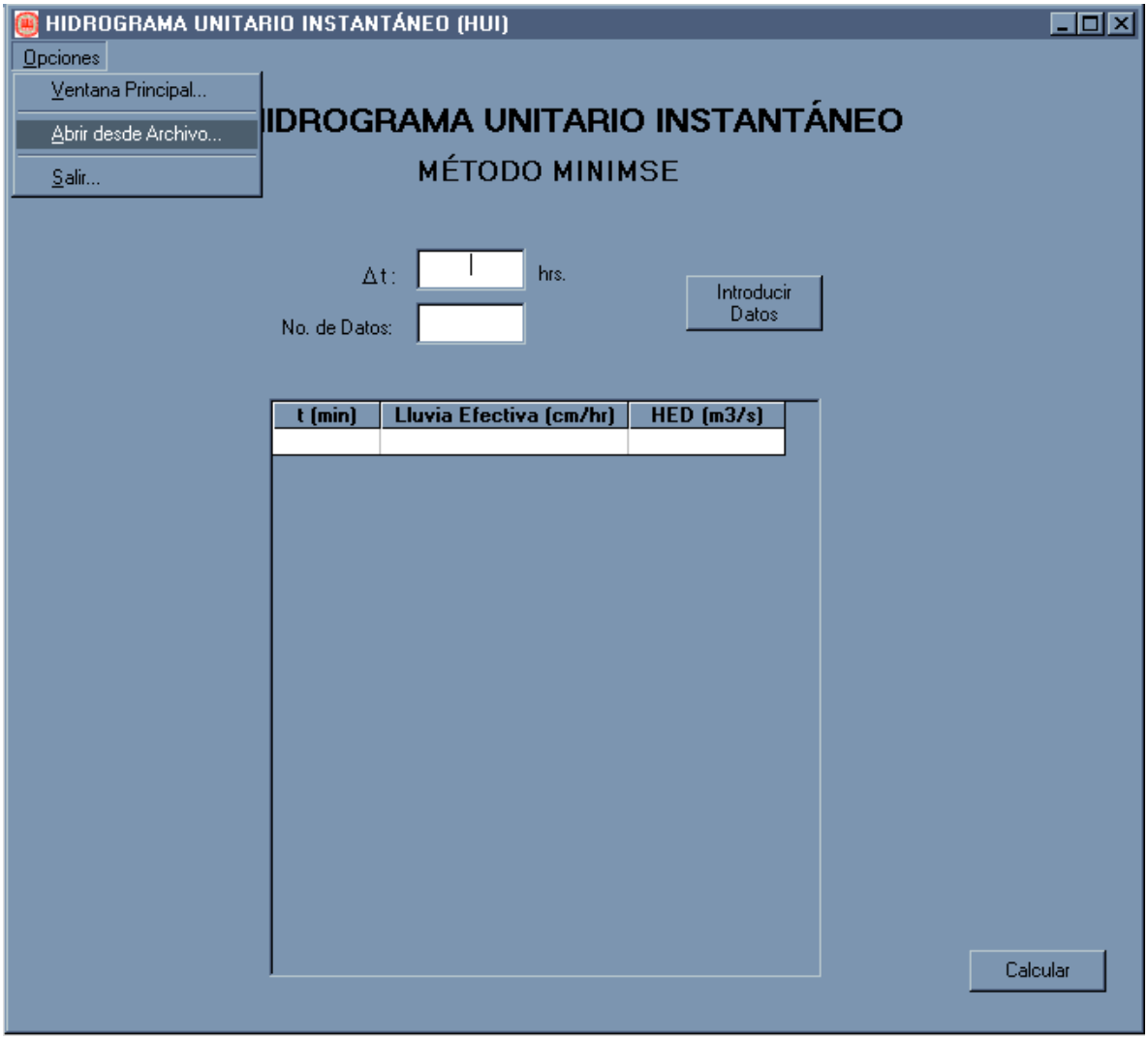


Figura 6.13 *Pantalla inicial para introducir datos del HUI*

6.10 Pantalla de Optimización de Ordenadas del HUI por Rosenbrock

En esta etapa del cálculo se minimiza la Función Objetivo (FO) con M variables Explicitas. Mostrando en la caja de texto el proceso de Optimización de estas variable por medio de la Optimización de Rosenbrock.

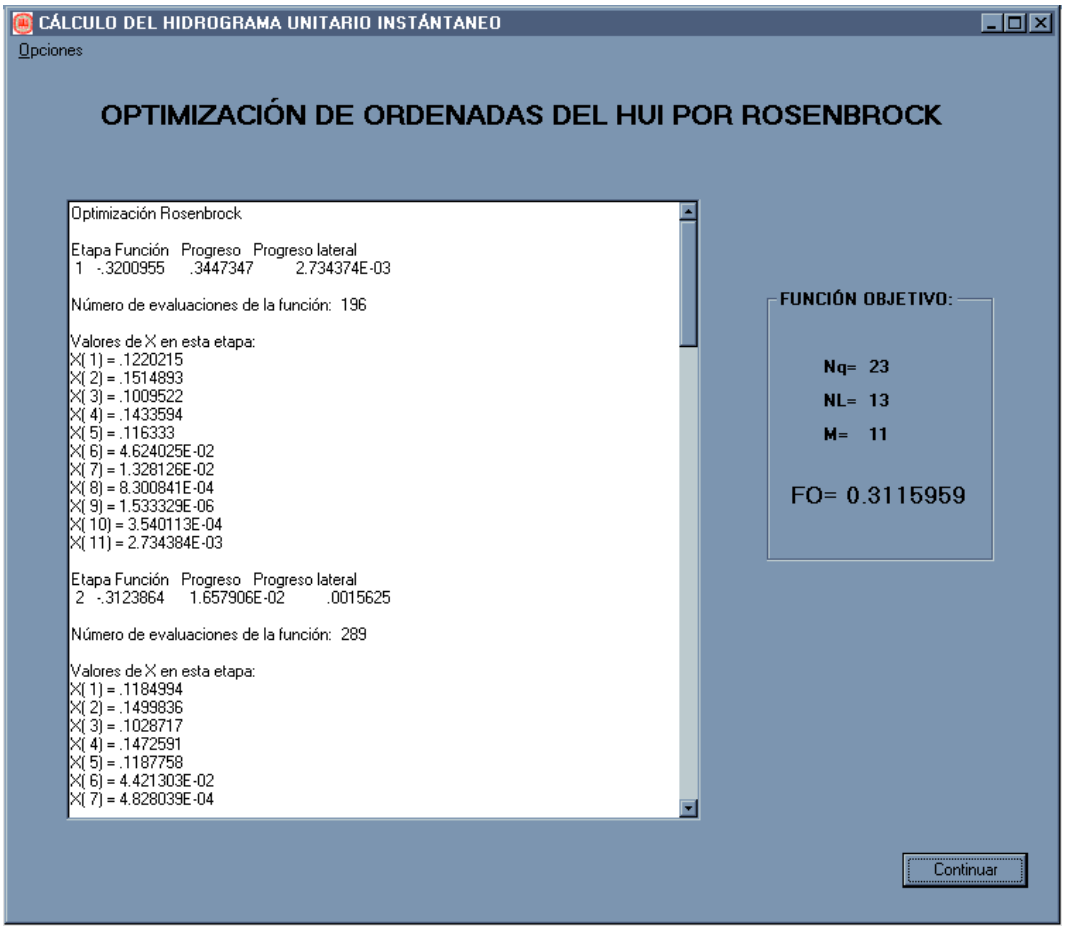


Figura 6.14 *Pantalla con la Optimización de M variables explicitas y la obtención de la Función Objetivo minimizada*

Donde Nq es el número de ordenadas del HED diferentes de cero, N_L es el número de barras del hietograma y M es el número de ordenadas a optimizar.

6.11 Pantalla de Resultados de la Optimización de Ordenadas de HUI y Cálculo del Hidrograma de Escurrimiento Directo

Continuando con el cálculo en esta ventana se presenta una tabla de resultados en donde se puede apreciar el tiempo, el valor de cada barra del hietograma, las ordenadas del HUI optimizadas, el hidrograma de escurrimiento directo (HED) calculado y el hidrograma de escurrimiento directo (HED) observado.

También se muestran las gráficas de HED calculado, HED observado y la gráfica del hidrograma unitario instantáneo (HUI).

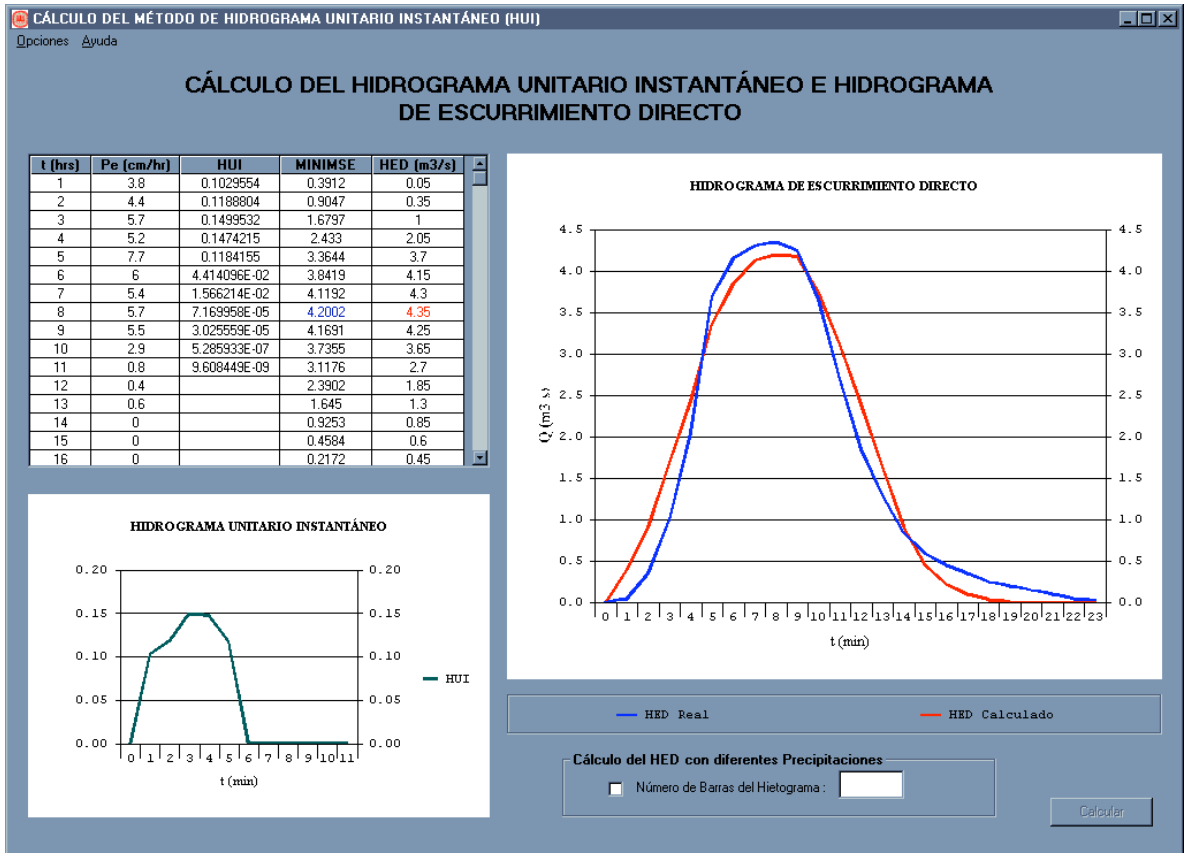


Figura 6.15 *Pantalla con gráficas del HUI, HED Calculado y Observado.*

6.12 Pantalla de Resultados del Cálculo del Hidrograma de Escurrimiento Directo ante una Precipitación Supuesta

Si se desea simular algún evento de lluvia para poder observar el comportamiento de la cuenca y conocer la cantidad de agua que escurriría (HED Simulado), es necesario seleccionar el cuadro verificador, pulsar el botón *Calcular* e introducir el valor y numero de barras del Hietograma que se desea simular.

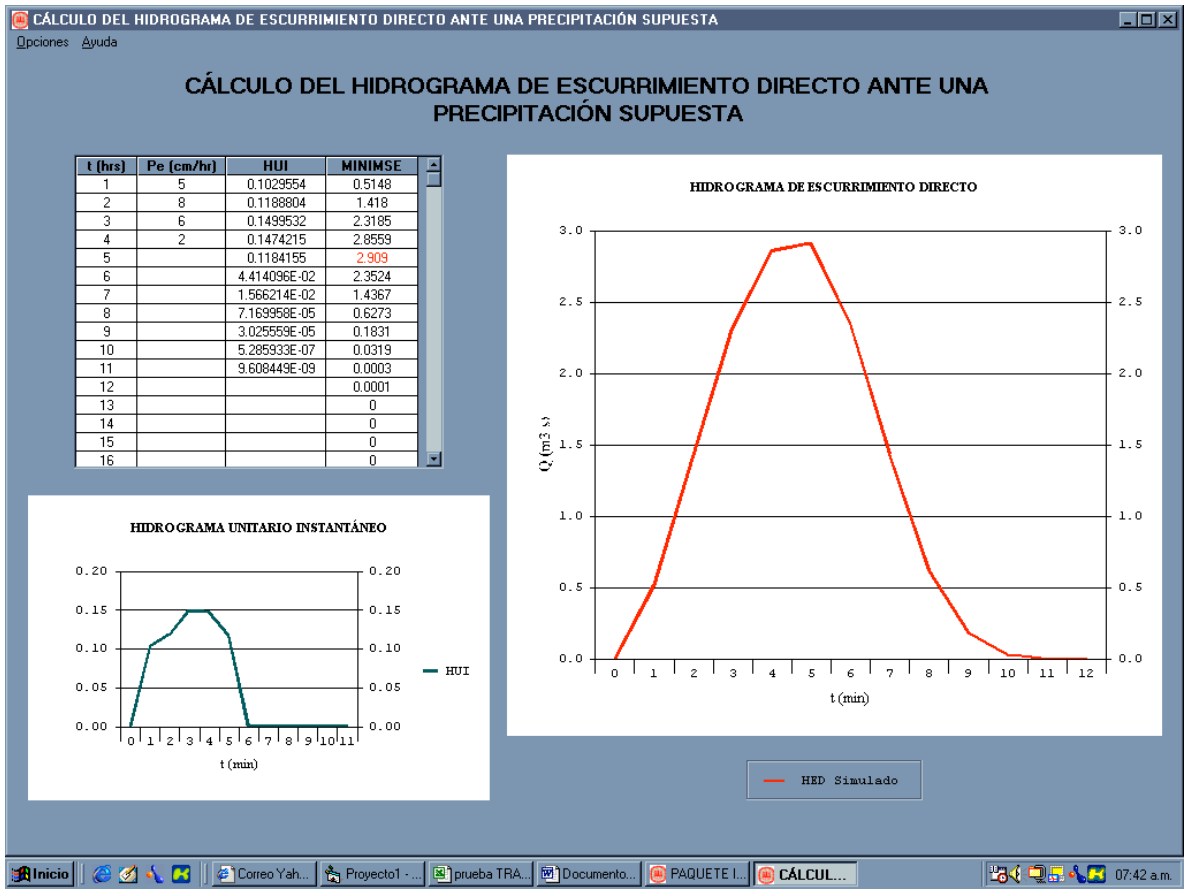


Figura 6.16 *Pantalla con gráficas del HUI e HED Simulado*

En esta etapa también cuenta con las Opciones de regresar a la Ventana Principal, Guardar, Imprimir o Salir por completo del paquete interactivo.

TRÁNSITO DE AVENIDAS POR VASOS

6.13 Pantalla inicial para el cálculo del método de tránsito de avenidas por vasos

Para ingresar a este método es necesario colocar el cursor en el menú Métodos y dar click en Tránsito de Avenidas por Vasos. Al realizar esta orden se despliega una pantalla inicial, que al igual a las anteriores requiere de los datos de arranque para realizar el cálculo, ver fig. 6.17.

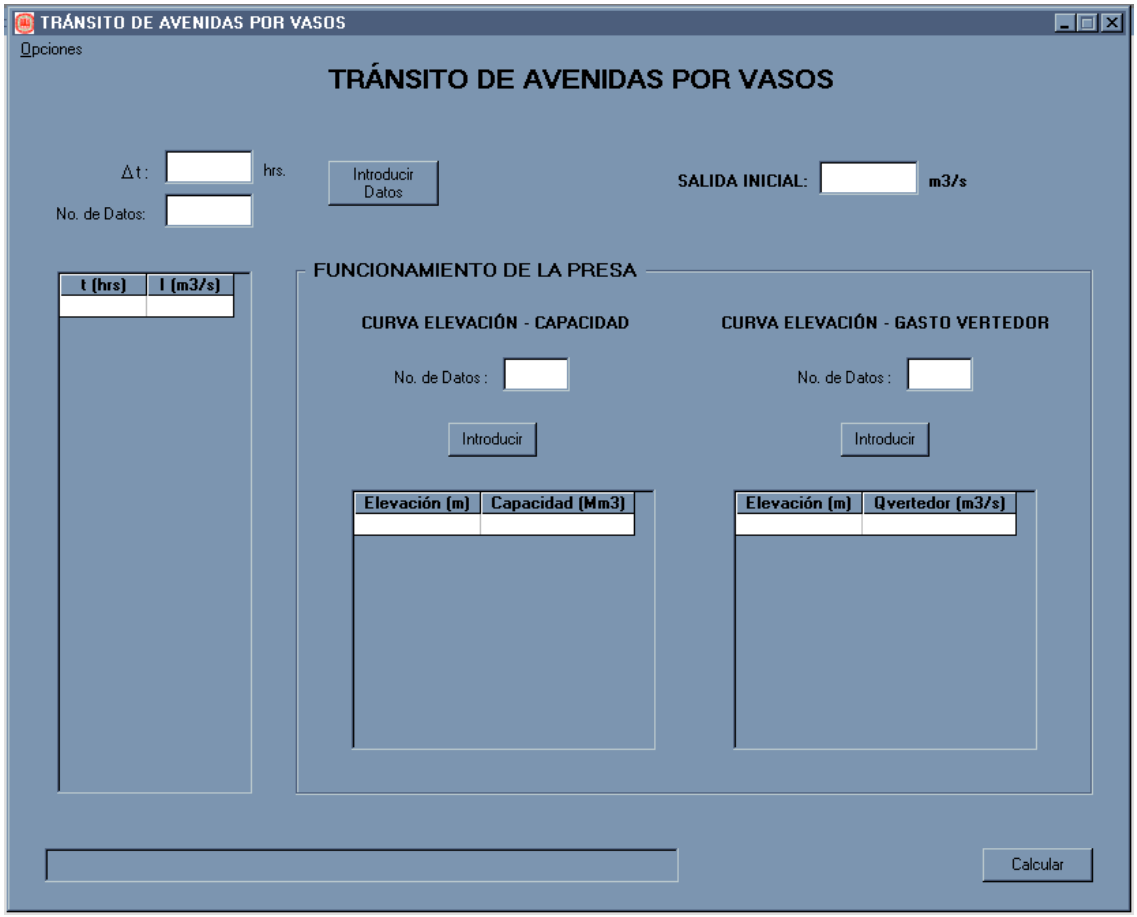


Figura 6.17 *Pantalla Inicial del método Tránsito de Avenidas por Vasos*

En este subprograma se cuenta con la misma forma de ingresar los datos, ya sea de manera que uno introduzca los datos en el momento o se pueda abrir desde un archivo en Excel. Si se opta por ingresar los datos en ese momento es necesario dar el intervalo y el número de datos con los que cuenta, así como proporcionar los datos correspondientes a las curvas de elevación -capacidad y elevación-gasto vertedor, para ambos casos.

Para crear un archivo en Excel es necesario guardarlo con el nombre de Vasos.xls, y colocar en la Primer Hoja de Excel los datos relacionados al tiempo (Columna A) y al Gasto de Entradas I (m3/s) en la Columna B. En la Segunda Hoja de Excel se colocaran los datos referentes al de la Curva Elevación-Capacidad, siendo en la Columna A los de la Elevación y en la Columna B los de la Capacidad, expresados en Mm3.

HOJA 1

A	B
t (min)	I (m3/s)
0	50
6	75
12	180
18	350
24	450
30	520
36	505
42	445
48	360
54	290
60	250
66	210
72	175
78	140
84	118
90	85
96	65
102	55
108	50
114	45
120	40
126	38

HOJA 2

A	B
Elevacion (m)	Capacidad (Mm3)
54	0
56	12
58	20
60	30
62	40
64	50
66	60
68	70
70	80
72	90

HOJA 3

A	B
Elevacion (m)	Qvertedor (m3/s)
58	81
60	100
62	115
64	128
66	141
66.1	148
66.2	156
66.3	164
66.4	183
66.5	200
66.7	238
66.9	282
67	306
67.5	443
68	605

Figura 6.18 *Creación del Archivo Vasos.xls*

Para la Tercera Hoja de Excel, de manera parecida se acomodaran los datos, siendo en la Columna A los datos de la Elevación y en la Columna B los datos del Gasto del Vertedor, ver fig. 6.18

Una vez realizado este primer paso es necesario introducir un valor Inicial para el Gasto de Salida y pulsar el botón de *Calcular*.

6.14 Pantalla de Resultados del Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Vasos

En seguida se mostrará un formulario en el que aparecerá una tabla con los valores de las salidas calculadas O (m3/s), así como también los datos de tiempo y Entradas I (m3/s) iniciales.

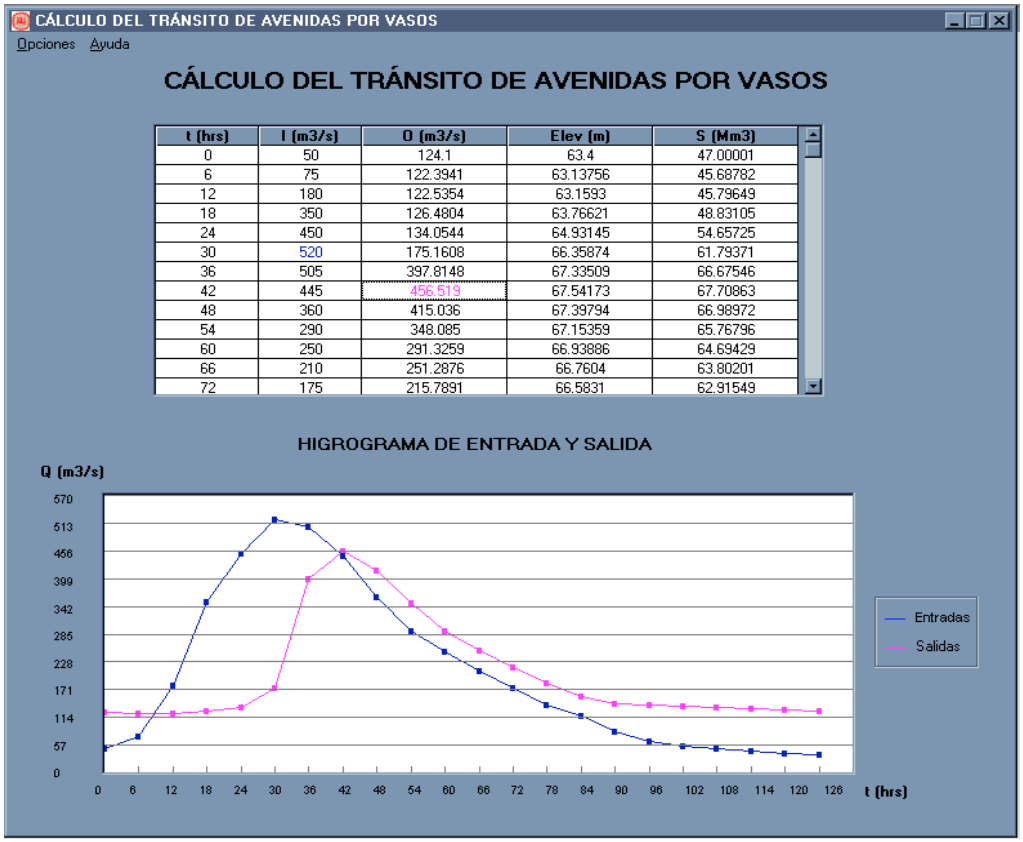


Figura 6.19 *Pantalla con Cálculos y Graficas del Tránsito de Avenidas por Vasos*

En esta pantalla se observaran las correspondientes gráficas del hidrograma de entradas y del hidrograma de salidas, respectivamente (fig. 6.19).En la tabla también podrá encontrar las elevaciones con sus respectivas capacidades y gastos de salidas por el vertedor, mismas que podrán ser guardadas o impresas desde el menú *Opciones*.

TRÁNSITO DE AVENIDAS POR CAUCES

6.15 Pantalla Inicial para el Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces (Muskingum Original)

Para acceder al método únicamente tiene que pulsar el submenú tránsito de avenidas por cauces del menú Métodos. Aparecerá una ventana de inicio donde será necesario colocar los datos de inicio (fig. 6.20).

Para poder introducir los datos desde un archivo será necesario crear un archivo con el nombre de Cauces.xls. En su Primera Hoja de Cálculo será necesario colocar en tres Columnas los datos que correspondan al tiempo, a las Entradas I (m3/s) y a las Salidas O (m3/s), medidas en una sección de río, esto se ilustra en la fig. 6.21.

En la Segunda Hoja será necesario introducir en dos columnas los datos correspondientes al hidrograma de entradas de una avenida. Colocando en la Columna A, el tiempo y en la Columna B las Entradas*, ver* fig. 6.21.

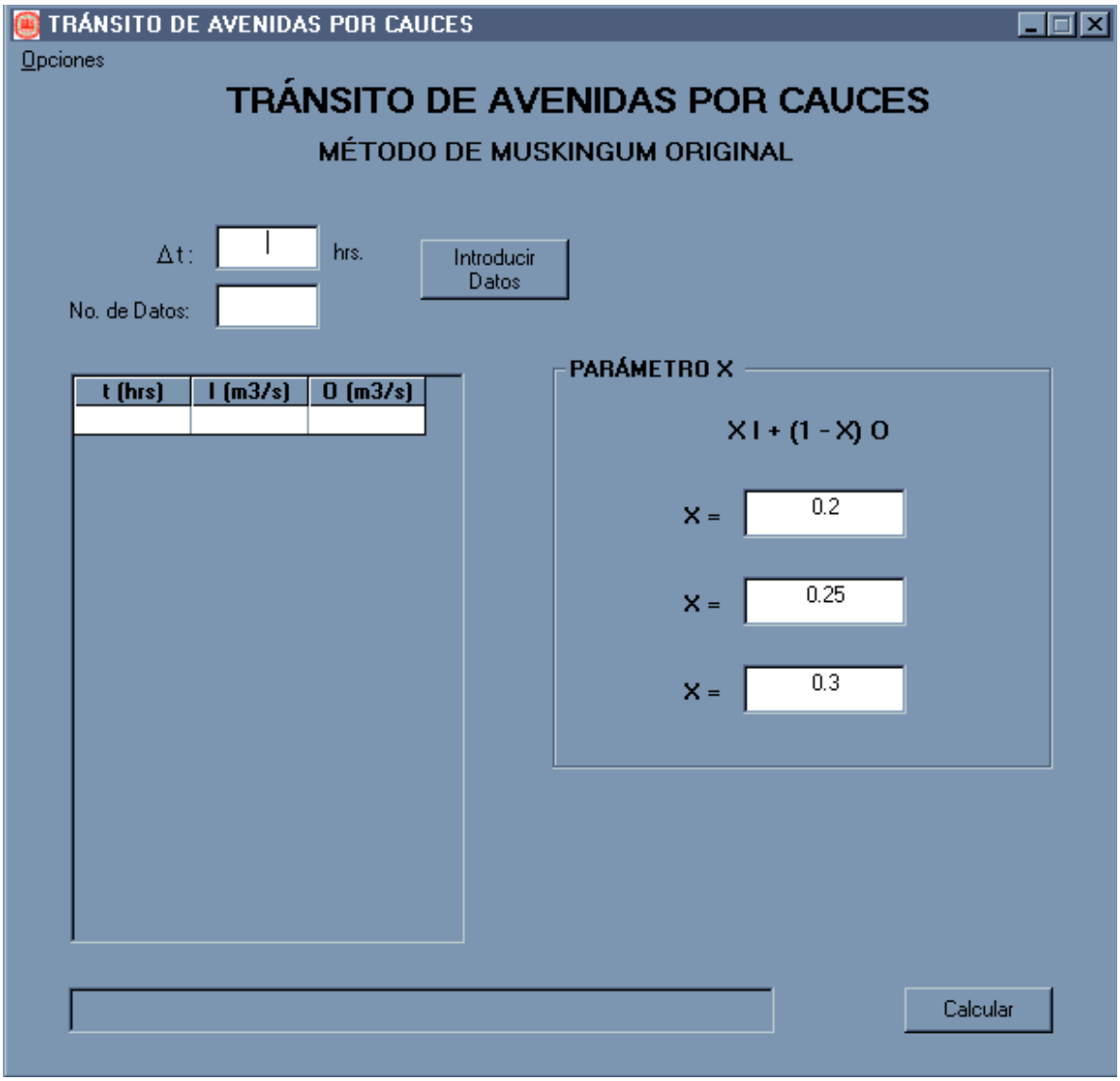


Figura 6.20 *Ventana de Inicio del Método del Tránsito de Avenidas por Cauces*

En este método existen 3 parámetros X que deben considerarse, ya que de estos valores iniciales corresponderá la exactitud de los resultados finales. El programa propone para estos tres parámetros los valores de 0.2, 0.25 y 0.3 respectivamente, sin embargo estos valores pueden ser modificados siempre y cuando estos no excedan a 0.5 y no sean menores a cero.

HOJA 1

	A	B	C
1	t (min)	I (m3/s)	O (m3/s)
2	0	22	22
3	6	23	21
4	12	35	21
5	18	71	26
6	24	103	34
7	30	111	44
8	36	109	55
9	42	100	66
10	48	86	75
11	54	71	82
12	60	59	85
13	66	47	84
14	72	39	80
15	78	32	73
16	84	28	64
17	90	24	54
18	96	22	44
19	102	21	36
20	108	20	30
21	114	19	25
22	120	19	22
23	126	18	19

HOJA 2

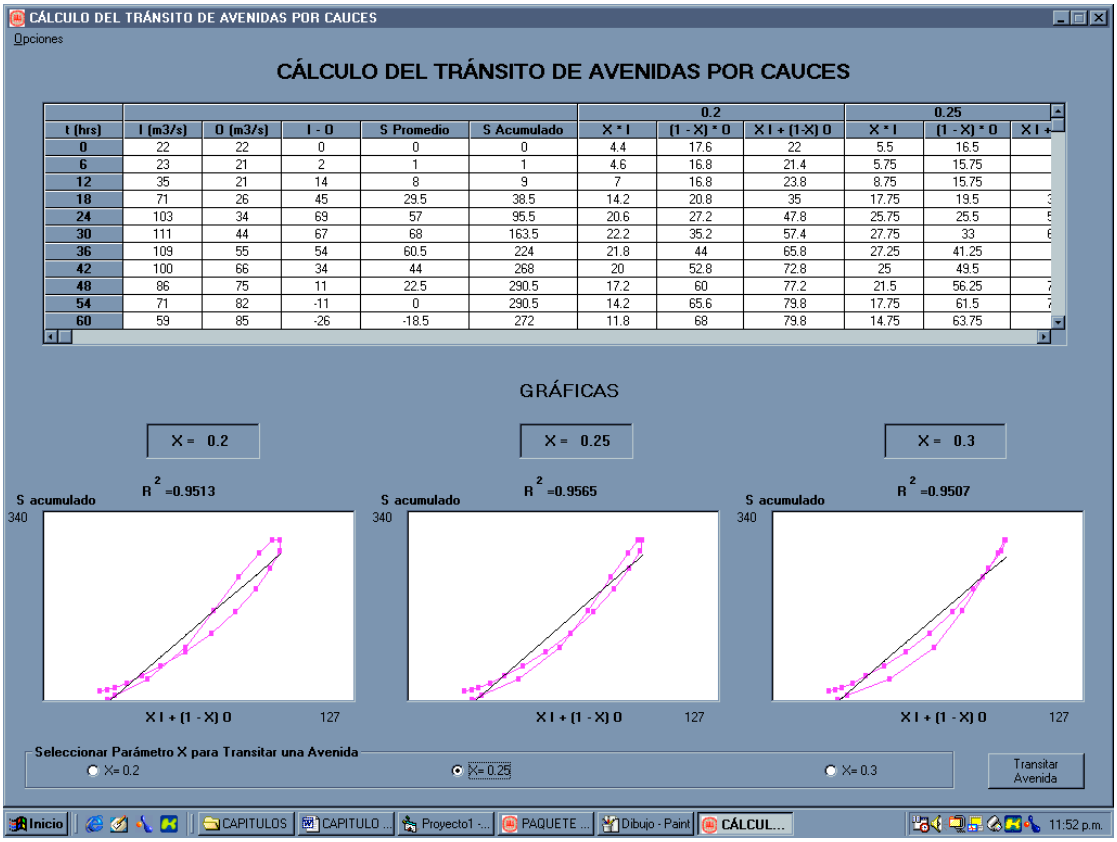
	A	B
1	t (hrs)	I (m3/s)
2	0	40
3	1	80
4	2	130
5	3	240
6	4	350
7	5	610
8	6	1050
9	7	980
10	8	760
11	9	610
12	10	525
13	11	940
14	12	1520
15	13	1210
16	14	1180
17	15	1005
18	16	930
19	17	810
20	18	760
21	19	690
22	20	660
23	21	600
24	22	500
25	23	400
26	24	310
27	25	250
28	26	190
29	27	170
30	28	140

Figura 6.21 *Creación del archivo de Excel Cauces.xls*

6.16 Pantalla de Resultados Preeliminares del método de Tránsito de Avenidas por Cauces

La siguiente ventana contiene una tabla con los cálculos correspondientes a $XI + (1–X)\ O$ para cada valor del parámetro X. Con estos resultados preliminares se gráfica $X\ I + (1 – X)O$ contra el almacenamiento acumulado y se obtienen tres gráficas correspondientes para cada valor de X. De estas tres gráficas se seleccionará una, esta deberá ser la que en su gráfica se asemeje a una línea recta o en su regresión lineal se aproxime a 1.0 (fig. 6.22).

Una vez seleccionada la grafica que cumpla los requisitos anteriores, se presiona el botón Transitar Avenida.



t (hrs)	I (m3/s)	O (m3/s)	I - O	S Promedio	S Acumulado	0.2 X * I	0.2 (1 - X) * O	0.2 X I + (1-X) O	0.25 X * I	0.25 (1 - X) * O	0.25 X I +
0	22	22	0	0	0	4.4	17.6	22	5.5	16.5	
6	23	21	2	1	1	4.6	16.8	21.4	5.75	15.75	
12	35	21	14	8	9	7	16.8	23.8	8.75	15.75	
18	71	26	45	29.5	38.5	14.2	20.8	35	17.75	19.5	3
24	103	34	69	57	95.5	20.6	27.2	47.8	25.75	25.5	5
30	111	44	67	68	163.5	22.2	35.2	57.4	27.75	33	6
36	109	55	54	60.5	224	21.8	44	65.8	27.25	41.25	
42	100	66	34	44	268	20	52.8	72.8	25	49.5	
48	86	75	11	22.5	290.5	17.2	60	77.2	21.5	56.25	7
54	71	82	-11	0	290.5	14.2	65.6	79.8	17.75	61.5	7
60	59	85	-26	-18.5	272	11.8	68	79.8	14.75	63.75	

Figura 6.22 *Resultados Preeliminares del Tránsito de Avenidas por Cauces*

6.17. Pantalla para Transitar una Avenida con los Resultados del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces

En esta ventana se pretende mostrar los valores del parámetro (K), las constantes C_1, C_2 y C_3 que sumadas deben ser la unidad. Con estos valores obtenidos el método de Muskingum obtiene el comportamiento del río y transita una avenida sobre él para saber el gasto máximo que transitaría sobre el río (fig. 6.23.)

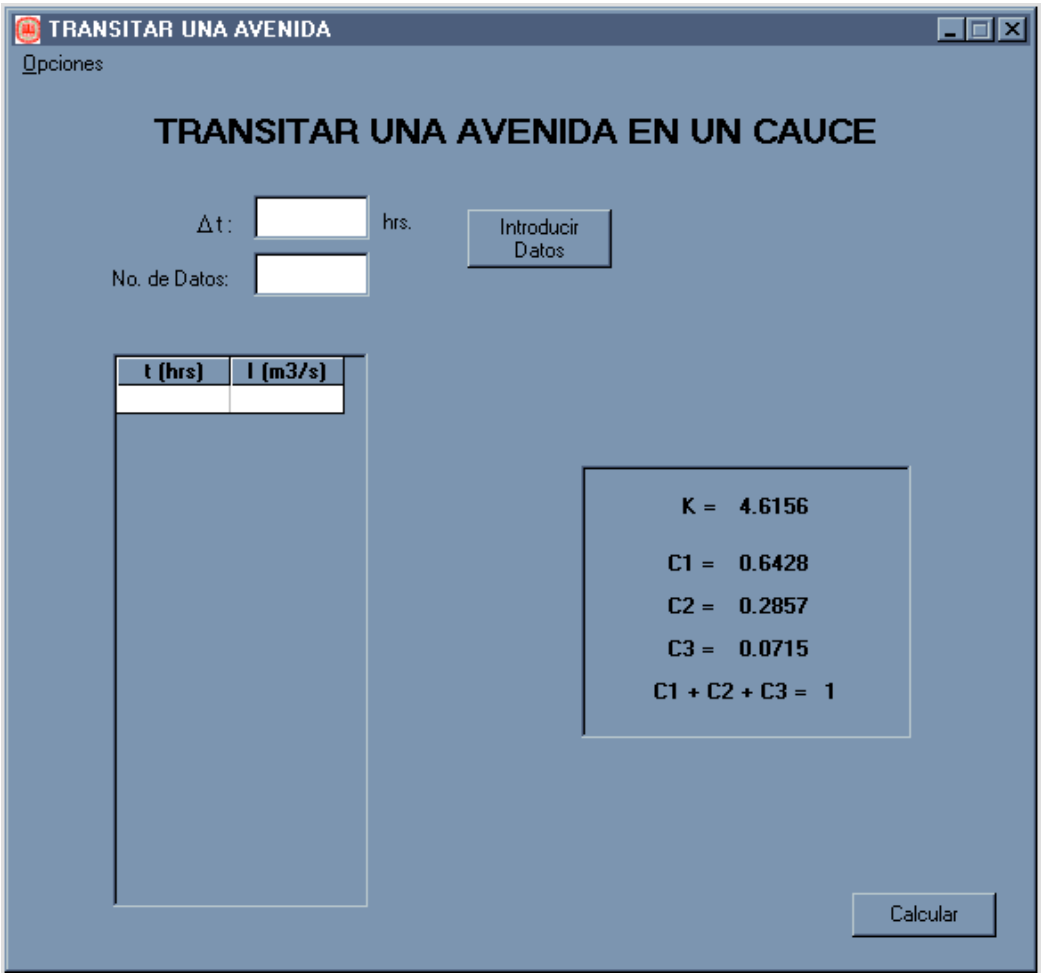


Figura 6.23 *Transitar una Avenida sobre un río con características definidas por los coeficientes C_1, C_2, C_3 y el parámetro (K)*

6.18 Pantalla del Cálculo del Tránsito de una Avenida por el Método de Tránsito de Avenidas por Cauces

En esta última pantalla del programa se muestra el hidrograma de salida, resultado del cálculo de tránsito de avenida por cauces, donde a partir de un hidrograma de entradas se pretende encontrar el parámetro X que mejor se ajuste a las características del cauce (fig. 6.24)

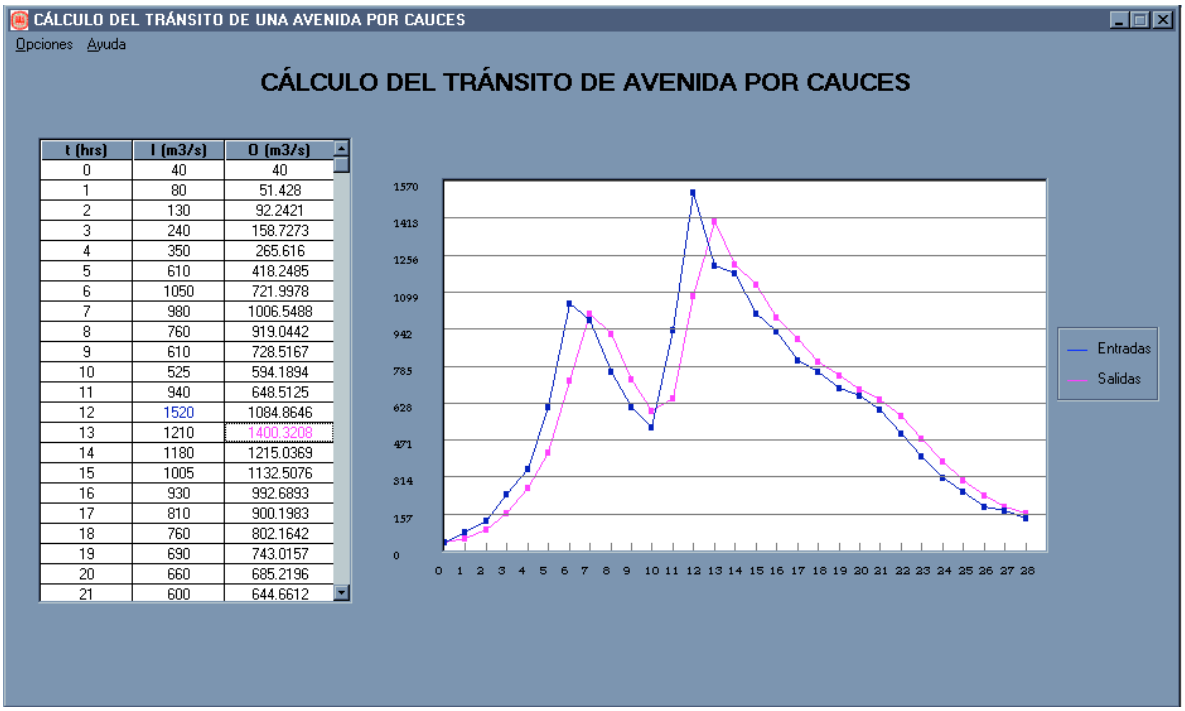


Figura 6.24 *Pantalla de Resultados del Cálculo del Tránsito de Avenida por Cauces*

Los resultados de la tabla pueden ser guardados en un archivo Excel o pueden ser impresos, de acuerdo a las necesidades del usuario.

6.19 Pantalla Inicial para el Cálculo del Método de Tránsito de Avenidas por Cauces (Muskingum Modificado)

Para ingresar al subprograma es necesario seleccionar la orden con el nombre del modelo del menú principal Métodos. El programa sigue la misma dinámica que el subprograma anterior, a excepción de que el archivo se guardará con el nombre de **CaucesModificado.xls** y los datos guardados en él se mostrarán en la pantalla inicial, ver fig.6.25.

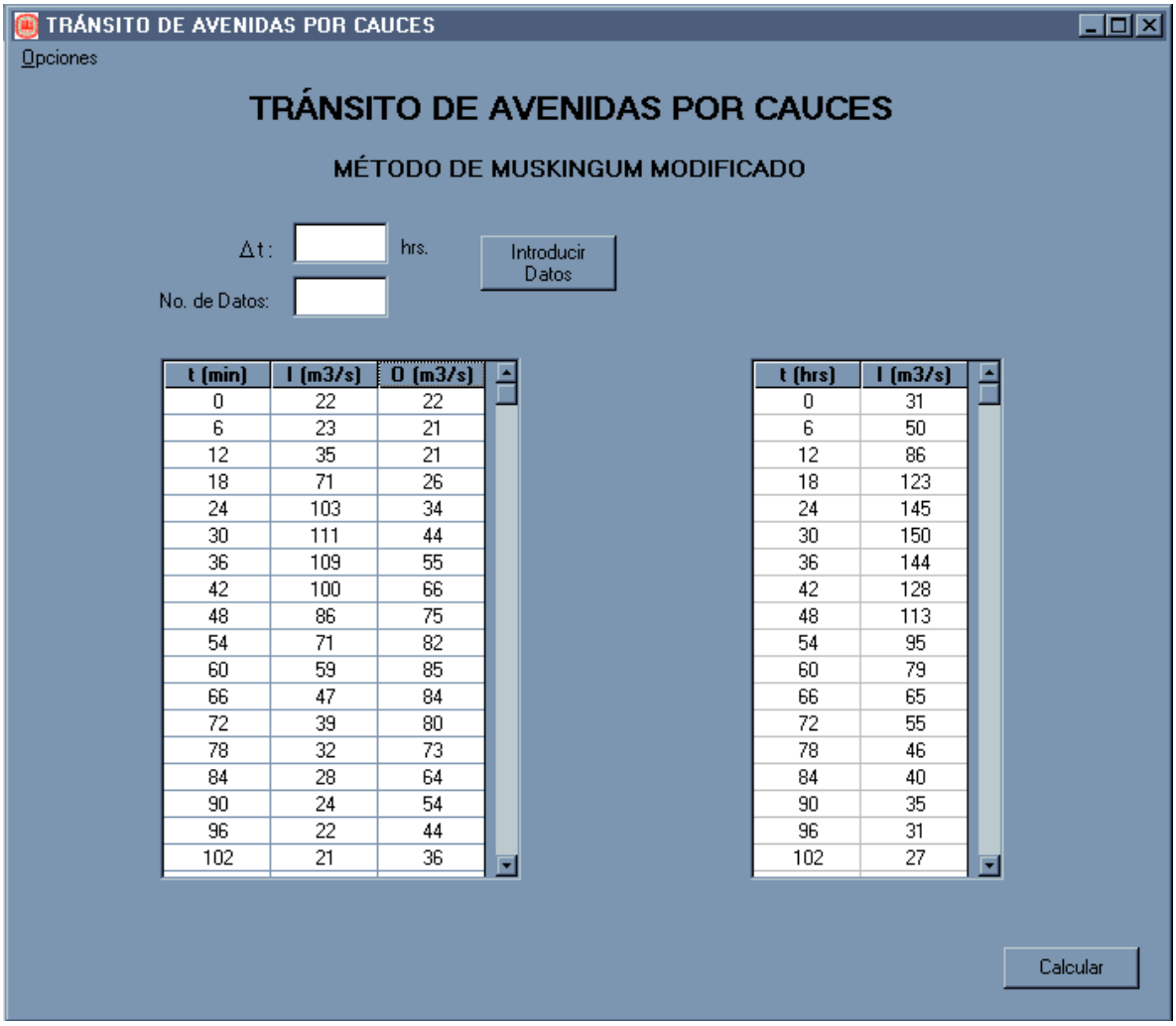


Figura 6.25 *Ventana de Inicio del Método del Tránsito de Avenidas por Cauces*

6.20 Pantalla del Cálculo del Tránsito de una Avenida por el Método de Tránsito de Avenidas por Cauces (Muskingum Modificado)

En esta pantalla son mostrados los resultados del cálculo desarrollado por el método de Muskingum modificado. Aquí se puede observar los valores de los parámetros k y □(ó x) obtenidos por el procedimiento, a diferencia del método de Muskingum original en el que en función del valor de x seleccionado se obtendría un valor para k, aquí no es necesario esto, ya que se obtienen directamente(fig. 6.26)

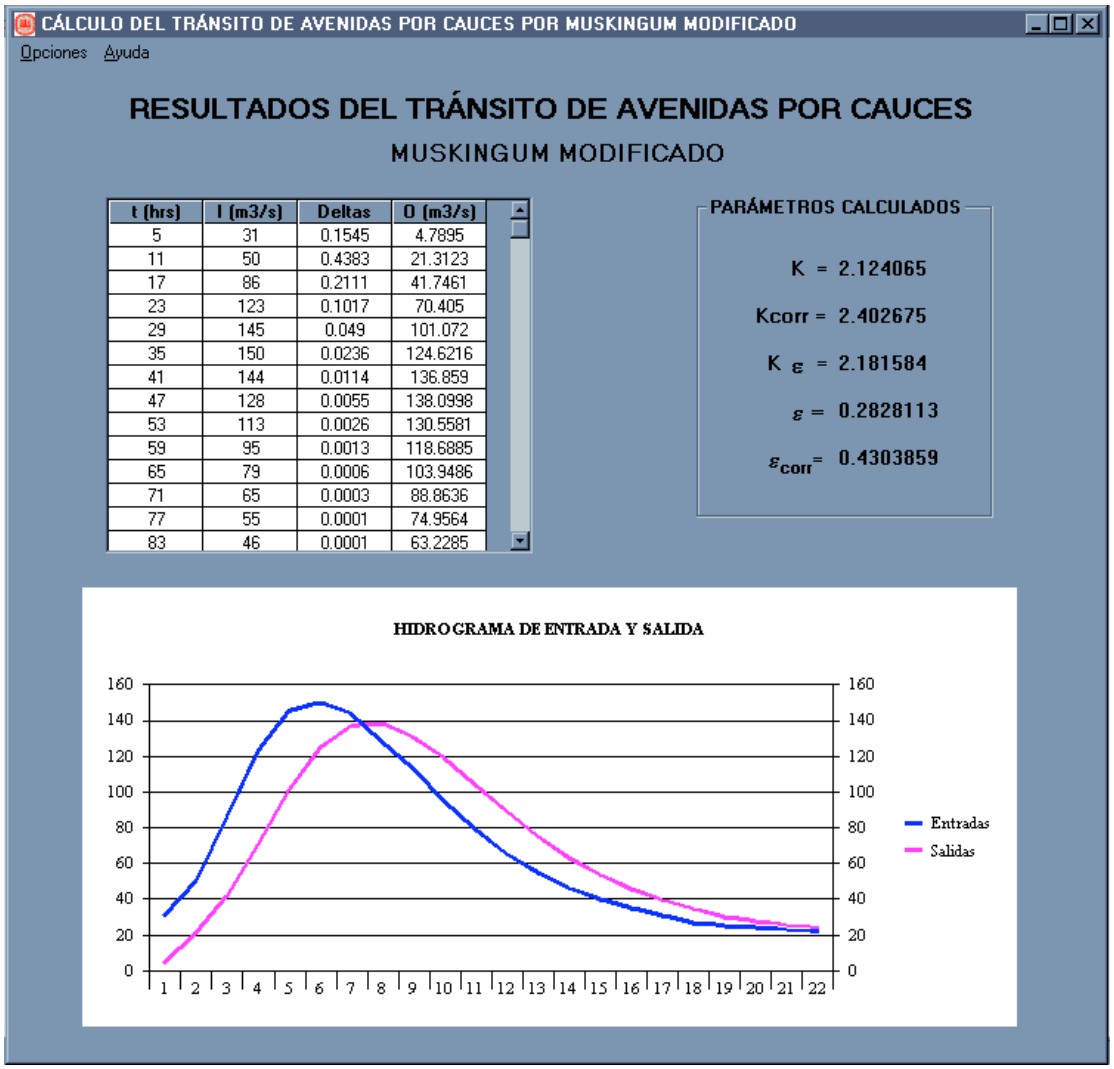


Figura 6.26 *Pantalla de Resultados del Cálculo del Tránsito de Avenida por Cauces*

6.21 Ventana Inicial del Tiempo de Encharcamiento

En esta pantalla será necesario colocar los valores de los parámetros que se muestran, así como seleccionar la unidad de tiempo de los intervalos (fig. 6.27). Para abrir un archivo que contenga los datos de tiempo e intensidades, deberá llevar el nombre de **TiempoEncharcamiento.xls**.

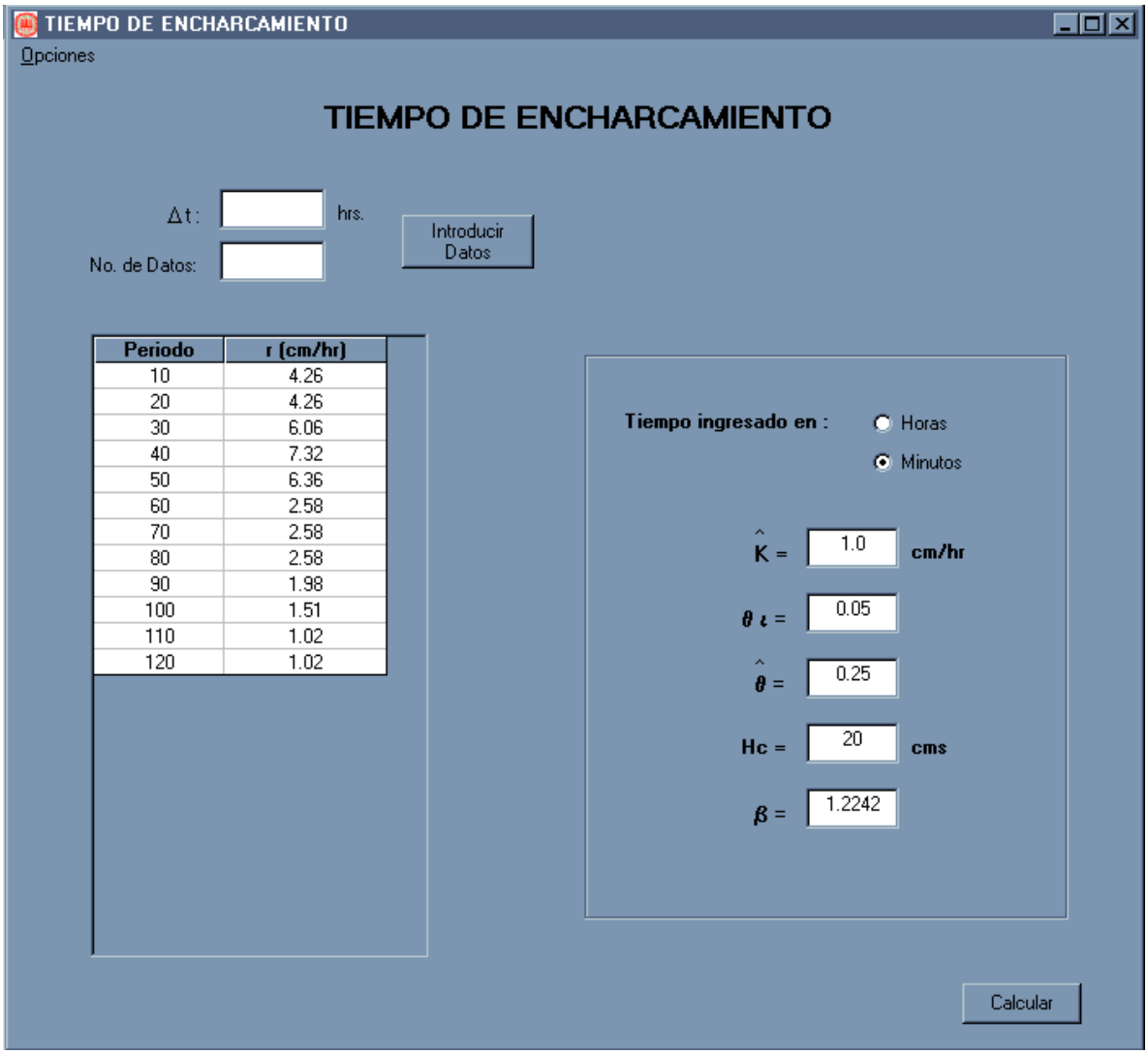


Figura 6.27 *Pantalla inicial del Tiempo de Encharcamiento e infiltración Acumulada.*

6.22 Pantalla de Resultados del cálculo de Tiempo de Encharcamiento e Infiltración acumulada.

En esta pantalla se observará el tiempo de encharcamiento (tp), así como una representación gráfica de la infiltración acumulada, ver fig. 6.28.

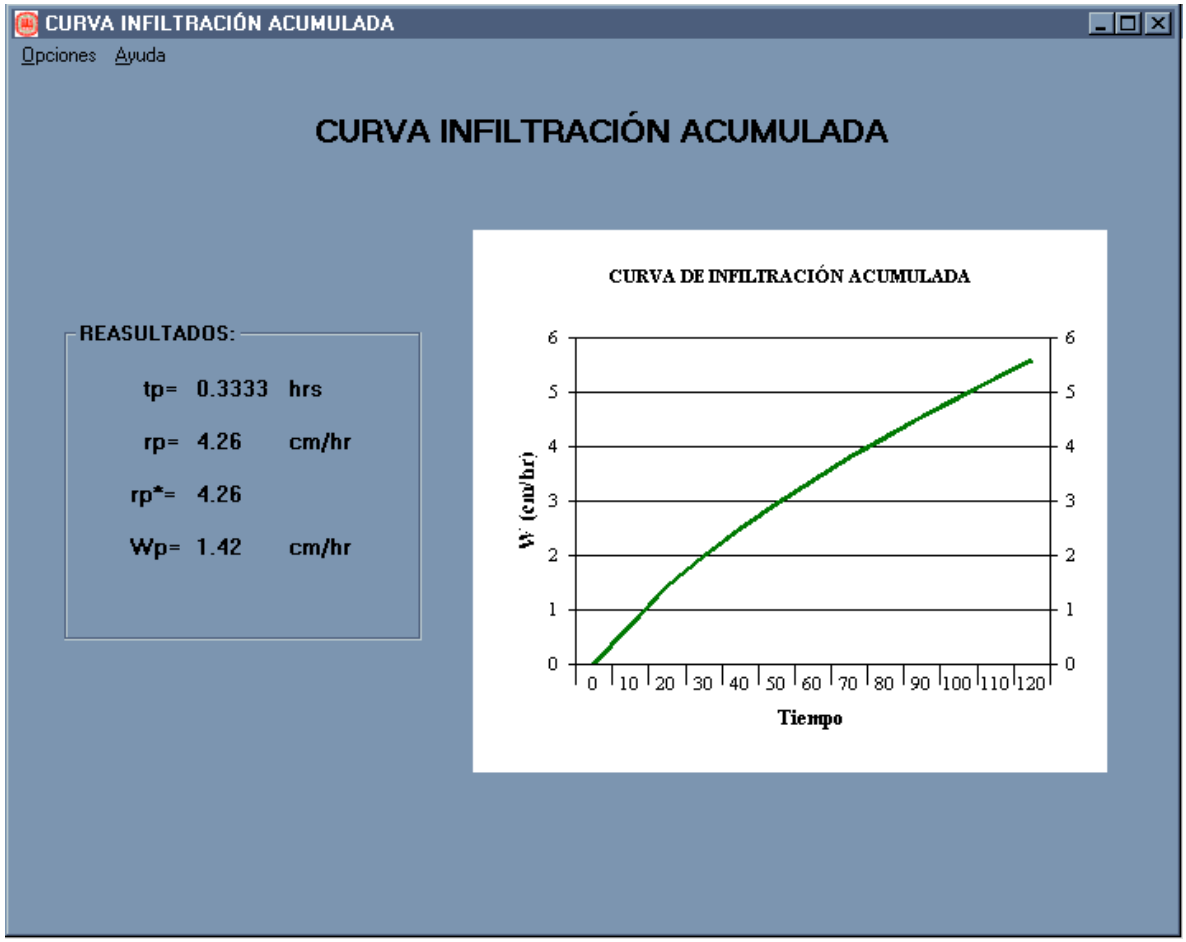


Figura 6.28 *Pantalla de Resultados del Tiempo de Encharcamiento e infiltración Acumulada.*

6.23 Ayuda

En esta sección del programa se podrá encontrar una pequeña definición de cada uno de los métodos que resuelve el paquete interactivo, con la finalidad de aclarar algún tipo de duda que se pudiera surgir.

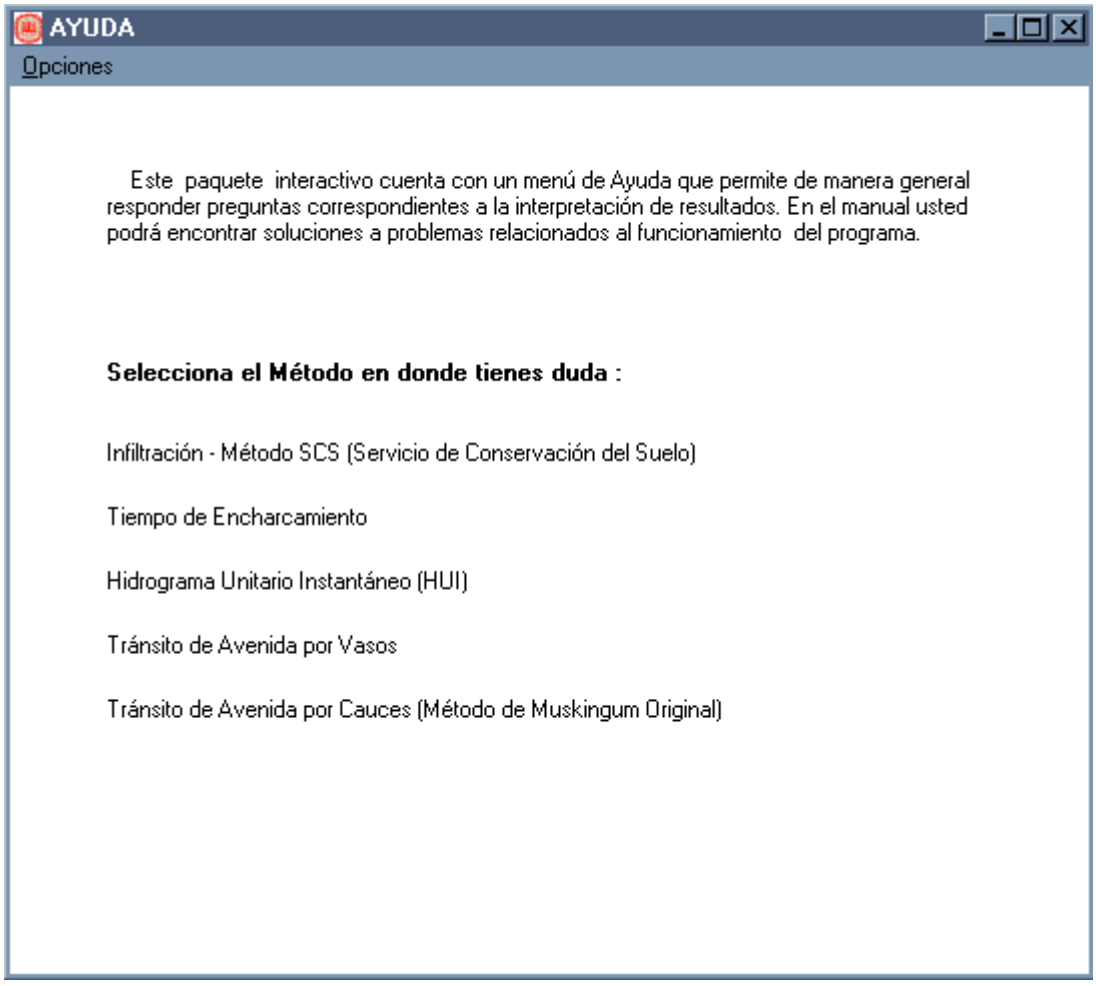


Figura 6.29 *Pantalla del Menú Ayuda*